

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-338022

(43)Date of publication of application : 08.12.2000

(51)Int.Cl.

G01N 5/02

(21)Application number : 11-144239

(71)Applicant : HOKUTO DENKO KK
MEIDENSHA CORP

(22)Date of filing : 25.05.1999

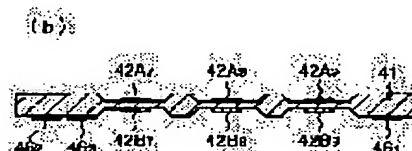
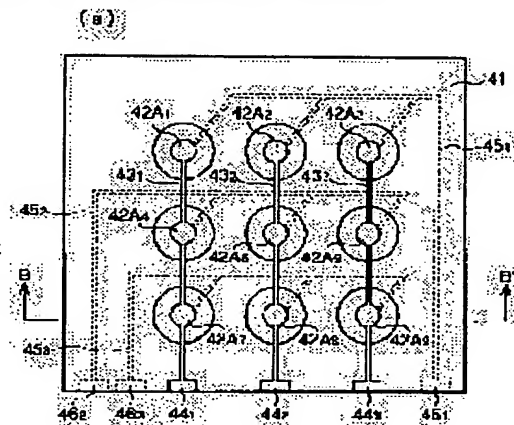
(72)Inventor : FUJIMOTO EIJI
KITAKIZAKI KAORU
NOGUCHI TAKUTAKA
HABA HOKI

(54) MULTI-CHANNEL QCM SENSOR DEVICE AND MULTI-CHANNEL QCM MEASURING SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a multi-channel QCM measuring system capable of reducing the number of measuring circuits or simplifying a switching connecting circuit necessary for the switching and connection between a multi-channel QCM sensor device and an electric characteristic measuring circuit.

SOLUTION: In electrodes to be arranged on the surface of a crystal substrate 41, electrodes 42A1, 42A4 and 42A7 are, for example, derived to one terminal part 441 by an electrode lead part 431. In electrodes to be arranged on the back surface, electrodes 42B7, 42B8, and 42B9 are, for example, derived to one terminal part 463 by an electrode lead part 435. A measuring system using this sensor device is provided with a measuring-cell constitution to connect terminal parts 441-443 lead from the electrodes arranged on the surface of the crystal substrate and terminal parts 461-463 derived from the electrodes arranged on the back surface to separate oscillating circuits, etc., or sequentially switching among them and connecting to one oscillating circuit, etc.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-338022
(P2000-338022A)

(43) 公開日 平成12年12月8日 (2000. 12. 8)

(51) Int.Cl.⁷
G 0 1 N 5/02

識別記号

F I
G 0 1 N 5/02

テーマコード(参考)
A

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-144239

(22) 出願日 平成11年5月25日 (1999. 5. 25)

(71) 出願人 591031212

北斗電工株式会社
東京都目黒区碑文谷 4-22-13

(71) 出願人 000006105

株式会社明電舎
東京都品川区大崎 2丁目 1番17号

(72) 発明者 富士元 英二

東京都目黒区碑文谷 4丁目22番13号 北斗
電工株式会社内

(74) 代理人 100062199

弁理士 志賀 富士弥 (外 1 名)

最終頁に続く

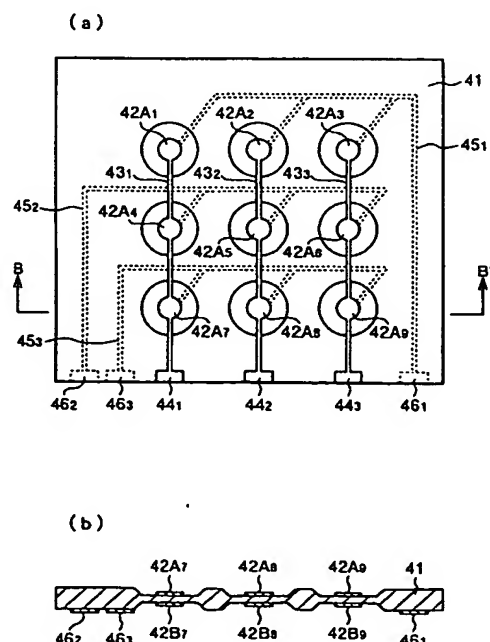
(54) 【発明の名称】 マルチチャンネルQCMセンサデバイス及びマルチチャンネルQCM測定システム

(57) 【要約】

【課題】 水晶振動子の表裏面に複数の電極を対向させて縦横に配列形成したマルチチャンネルQCMセンサデバイスでは、各電極のリード部及び端子部が多くなるし、測定セルに必要な発振回路や接続切換回路が複雑になる。

【解決手段】 水晶基板 41 の表面に配列する電極は、例えば電極 42A₁、42A₄、42A₇を電極リード部 43₁で1つの端子部 44₁に引き出す。裏面に配列する電極は、例えば電極 42B₇、42B₈、42B₉を電極リード部 45₃で1つの端子部 46₃に引き出した構造とする。このセンサデバイスを使った測定システムは、水晶基板の表面に配列される電極から引き出された端子部 44₁〜44₃と、裏面に配列される電極から引き出された端子部 46₁〜46₃とを個別の発振回路等に接続又は順次切換えて1つの発振回路等に接続する測定セル構成とする。

マルチチャンネルQCMセンサデバイス
(実施形態)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 水晶基板の表面に複数の作用電極を縦横に配列形成し、水晶基板の裏面に各作用電極に対向させた複数の裏面電極を縦横に配列形成し、前記各作用電極表面を試料ガスや試料溶液に晒したときの各電極部の電気的特性の変化から、試料に晒される各電極部別に試料成分の吸脱着を検知・定量するためのマルチチャンネルQCMセンサデバイスにおいて、

前記各作用電極または各裏面電極のうち、一方の各電極を縦方向又は横方向で互いに接続した電極リード部で1つの端子部に引き出した構造、

又は前記各作用電極及び各裏面電極の一方を縦方向で、他方を横方向で互いに接続した電極リード部で1つの端子部に引き出した構造、を特徴とするマルチチャンネルQCMセンサデバイス。

【請求項2】 水晶基板の表面に複数の作用電極を縦横に配列形成し、水晶基板の裏面に各作用電極に対向させた複数の裏面電極を縦横に配列形成したマルチチャンネルQCMセンサデバイスと、このセンサデバイスの前記各作用電極表面を試料ガスや試料溶液に晒したときの各電極部別の電気的特性の変化を測定するための測定セルとを備え、前記電気的特性から前記各作用電極での試料成分の吸脱着を個別に検知・定量するマルチチャンネルQCM測定システムにおいて、

前記マルチチャンネルQCMセンサデバイスは、前記各作用電極または各裏面電極のうち、一方の各電極を縦方向又は横方向で互いに接続した電極リード部で1つの端子部に引き出した構造、又は前記各作用電極及び各裏面電極の一方を縦方向で、他方を横方向で互いに接続した電極リード部で1つの端子部に引き出した構造とし、前記測定セルは、前記各作用電極から引き出された前記各端子部と前記各裏面電極から引き出された前記各端子部とのうち、一方の各端子部を複数の電気的特性測定回路に順次切り替え接続する構成、又は両方の各端子部を1つの電気的特性測定回路に順次切り替え接続する構成とした、ことを特徴とするマルチチャンネルQCM測定システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、水晶振動子の作用電極表面を試料ガスや試料溶液に晒したときの水晶振動

$$f_0 = v/2t_q \quad \text{---(2)}$$

$$v = (\mu_q / \rho_q)^{1/2} \quad \text{---(3)}$$

【0008】 v ：水晶中での音速、 t_q ：水晶の厚さ、また、Sauerberryの式は、主共振周波数と水晶の厚さの関係を展開して、下記の(4)式のような

子の共振周波数やインピーダンス等の電気的特性の変化から作用電極表面での試料成分の吸脱着を検知・定量するQCM (Quartz Crystal Microbalance) センサデバイスに係り、特に同じ試料から複数の成分を同時に検知・定量するのに適したマルチチャンネルQCMセンサデバイス及びこのセンサデバイスを使ったマルチチャンネルQCM測定システムに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ATカット水晶振動子を用いてマイクロバランス原理を応用したケミカル及びバイオセンサが注目を集めている。ATカット水晶振動子は、その主共振周波数が振動子の板厚と反比例する。この場合、水晶振動子の電極面に試料成分が成膜したり、あるいは物質の吸着が起きると表面に存在する物質の単位平面積当たりの重量に対応した周波数のシフトが起きる。

【0003】QCMセンサは、上記の周波数シフト現象を応用したもので、ATカット水晶振動子は広い温度範囲において周波数が安定しているため、安定した検出感度が期待でき、条件が揃えば1~10ngの吸着物質の検出がリアルタイムで可能である。以下に吸着物質量と周波数のシフト量の関係を示す。

【0004】主共振周波数 f_0 を持つ水晶振動子の、表面に生じる質量変化(電極面の吸脱着量) Δm と、周波数変化量(周波数のシフト量) Δf との関係は、下記(1)式に示すSauerberryの式により表される。

【0005】

【数1】

$$\Delta f = - \frac{2f_0^2 \Delta m}{A_{PIEZO} (\mu_q \rho_q)^{1/2}} \quad \text{---(1)}$$

【0006】 Δf ：周波数変化量、 f_0 ：水晶振動子の主共振周波数、 A_{PIEZO} ：電気的有効面積(電極面積)、 μ_q ：水晶のせん断弾性定数、 ρ_q ：水晶の密度、 Δm ：電極表面に生じる質量変化(電極面の吸脱着量)ここで、ATカット水晶振動子の共振周波数は、下記の(2)、(3)式で表される。

【0007】

【数2】

る。

【0009】

【数3】

$$\Delta f = -\frac{2f_0^2 \Delta m}{A_{PIEZO} (\mu_q \rho_q)^{1/2}} = \frac{-C_f \Delta m}{A_{PIEZO}} \quad \text{---(4)}$$

【0010】上記の(4)式において、 C_f は全体感度である。

【0011】なお、これを液中にて使用する際には、周波数変化量 Δf は液の粘度と密度にも影響されるため、

下記の(5)式のように書き直される。

【0012】

【数4】

$$\Delta f = -f_0^{3/2} \sqrt{\frac{\eta_L \rho_L}{\pi \mu_q \rho_q}} = -C_f \sqrt{\frac{\eta_L \rho_L}{2 \omega_0}} \quad \text{---(5)}$$

【0013】 η_L : 溶液の粘性率、 ρ_L : 溶液の密度、 $\omega_0 = 2\pi f_0$

この式中の全体感度 C_f は下記の(6)式で表わされ

$$C_f = \frac{2f_0^2}{\sqrt{\mu_q \rho_q}} \quad \text{---(6)}$$

【0015】上記の各式から解るように、全体感度 C_f を上げるには主共振周波数 f_0 を上げることが重要となる。また、全体感度 C_f 自身も周波数の関数であるため、実際の周波数変化量 Δf は、主共振周波数 f_0 の2乗や3/2乗に依存することになる。

【0016】従って、センサとして用いる水晶振動子の主共振周波数を高くするほど、高感度のセンサとすることが出来る。例えば、図3は、15wt% (重量パーセント) のグルコース溶液に浸した水晶振動子の周波数シフト量 Δf を主共振周波数 f_0 の変化に対してプロットしたものである。主共振周波数 f_0 が高ければ同じ電極表面での振動ロスで共振周波数のずれが大きく取れることが分る。

【0017】上記のように、ATカット水晶振動子は、厚みすべりのモードを使用しているため、主共振周波数 f_0 はその厚み t_q と反比例する。また、水晶振動子は、十分な q 値 (水晶振動子の等価回路では並列容量と直列容量の比、通常はATカットで250ぐらいで少ない程よい) を得るためには電極有効面積も周波数に比例して小さくする必要がある。以上の理由で高周波用の水晶振動子は電極面積が小さく、しかも水晶厚の薄いものが要望される。

【0018】一方、QCMセンサを実現するには、小型の水晶振動子をそれに機械的な歪みを与えることなく支持でき、なおかつ振動子表面は試料ガスあるいは試料溶液に晒すという条件を満たすため、センサデバイスの収納装置は図4に示すような構成にしている。

【0019】同図において、絶縁材料製にされる筒形のセンサデバイス収納装置本体1は、その内部には発振回

る。

【0014】

【数5】

路部2がネジ止めされる。センサデバイス収納装置本体1の上部には突出して一対の接触子3、4がバネ性を有して設けられ、それらの他端が内部に引き出されて発振回路部2に接続される。

【0020】センサデバイス収納装置本体1の上面の周辺部にはピン5、6で位置合わせする円板状のスペーサ7を設け、このスペーサ7によって水晶振動子8をセンサデバイス収納装置本体1との間に挟み込み、水晶振動子8の電極を接触子3、4の先端に接触させる。この挟み込みには、水晶振動子8の周辺部両面に位置させたオーリング9、10で緩衝及び気密構造とする。ネジ込み蓋11は、スペーサ7をセンサデバイス収納装置本体1に圧接し、水晶振動子8の上面を試料ガスや試料溶液に晒すための孔を設ける。

【0021】センサデバイス収納装置本体1は、下部をネジ込み蓋12で気密性を有して覆い、側部には発振回路部2からの信号線や電源線を通すための管13を設ける。

【0022】上記のようなセンサデバイスの収納装置は、水晶振動子8の作用電極面を試料ガスや試料溶液に晒し、水晶振動子8の作用電極面で試料成分が吸脱着されることによる電気的特性の変化として、例えば、発振回路部2の発振周波数変化をカウンタ14の計数値変化として測定する測定装置に構成される。

【0023】また、溶液系の電気化学的測定では、図5に示すように、センサデバイス収納装置20を電解液を導入する容器21内に浸漬し、該容器21内には電解液の成分を作用電極面に吸脱着させるのに、作用電極の電位を設定するための基準電位を発生する参照電極 (基準

電極) 22及び該作用電極表面に電解液成分を吸脱着させるための対極電極23を設けた測定セル構成とし、これら電極及び水晶振動子の電極(作用電極)にポテンシヨガルバノスタット(PGS)24を接続したQCM測定システムに構成される。

【0024】ここで、水晶振動子は、基本的には、1つの水晶基板の表面に1つの作用電極が形成され、これに対向して裏面に1つの裏面電極を設けることで振動を発生させる構造にされるが、1つの水晶基板に作用電極及び裏面電極を複数形成したマルチチャンネル構造のものを本願出願人等は既に提案している。図6は、マルチチャンネル構造のQCMセンサデバイスを、(a)に平面図を、(b)に側面図で示す。

【0025】水晶基板30は、4角形で一様な厚みを持つATカット水晶で構成される。水晶基板30の表面には、その四方に円形の作用電極(金や白金など)31A~34Aが、これら作用電極に対向して裏面には裏面電極31B~34Bがスパッタリング法などにより形成され、各電極31A~34A、31B~34Bはそれぞれ電極リード部(表面では35A~35D)で基板周辺の端子部に引き出される。なお、水晶基板30の厚みは、前記の式(1)(2)に従った主共振周波数 f_0 (5MHzや10MHz)に応じて決定される。また、電極の面積は前記の式(3)~(5)での感度を定める要素として決定される。

【0026】このような構造のセンサデバイスを使ったマルチチャンネルQCMシステムを構成するには、センサデバイスを前記のセンサデバイス収納装置に収納し、作用電極面を試料に晒す構造にされる。このマルチチャンネル構造では、複数の成分を含む試料から各作用電極で各成分を個別に一括して検知・定量することができる。同図で示す構成の場合は、1サンプルから4つの成分を一度に検知・定量することができる。

【0027】例えば、各作用電極には試料から検知・定量しようとする成分に応じて互いに異なるレセプターを形成しておくことで、例えば、1つの作用電極には「はしか」のウイルスを検知・定量するための「抗はしかウイルス抗体」を固定化しておき、他の作用電極にはインフルエンザの抗体を検知・定量するための「インフルエンザ抗体」を固定化しておくことで、試料の成分に「はしか」と「インフルエンザ」の何れのウイルスが存在するかを検知さらには定量することができる。

【0028】

【発明が解決しようとする課題】(第1の課題)従来のマルチチャンネルQCMセンサデバイスを使ったQCM測定システムでは、各電極31A~34A、31B~34Bから引き出された端子は、個別の発振回路やインピーダンス測定回路などの電気的特性測定回路に接続、又は1つの電気的特性測定回路に時分割で切り替え接続され、作用電極31A~34Aが試料に晒されたときの各

チャンネルの発振周波数変化やインピーダンス変化が個々に計測される。

【0029】したがって、従来のマルチチャンネルQCMセンサデバイスの構造としては、各チャンネル毎に電極31A~34A、31B~34B部分を避けた電極リード部及び端子部を形成する必要がある、チャンネル数が多くなるほど、電極リード部のパターン形成が困難になってくる。

【0030】本発明の目的は、チャンネル数に比して電極リード部及び端子部の必要個数を少なくすることができ、マルチチャンネルQCMセンサデバイスを提供することにある。

【0031】(第2の課題)従来のマルチチャンネルQCMセンサデバイスを使ったQCM測定セル、さらにはQCM測定システムを構成するには、マルチチャンネルQCMセンサデバイスの各端子部と個別の発振回路やインピーダンス回路等の電気的特性測定回路を接続するか、1つの電気的特性測定回路に時分割で切替接続する必要がある、チャンネル数が多くなるほど、必要とする測定回路数が多くなるか、接触ピンとアナログスイッチ等を使った切替接続回路が複雑になる。

【0032】本発明の目的は、マルチチャンネルQCMセンサデバイスと電気的特性測定回路の切替接続に、必要とする測定回路数を減らし、又は切替接続回路を簡略化できるマルチチャンネルQCM測定システムを提供することにある。

【0033】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記課題を解決するため、水晶基板の表面または裏面の一方の面で縦方向又は横方向に配列される各電極を互いに接続した電極リード部で1つの端子部に引き出した構造、または水晶基板の両方の面で縦方向と横方向に配列される各電極を互いに接続した電極リード部で1つの端子部に引き出した構造とし、水晶基板の表裏面の一对の端子部の切り替えによって複数チャンネルを切替・選択できるマルチチャンネルQCMセンサデバイス構造とするものである。

【0034】このマルチチャンネルQCMセンサデバイスを使った測定システムは、水晶基板の表面に配列される電極から引き出された端子部と、裏面に配列される電極から引き出された端子部とを個別の測定回路に接続又は順次切替えて1つの測定回路に接続する測定セル構成とするものである。

【0035】したがって、本発明は、以下のマルチチャンネルQCMセンサデバイス及びマルチチャンネルQCM測定システムを特徴とする。

【0036】(第1の発明)水晶基板の表面に複数の作用電極を縦横に配列形成し、水晶基板の裏面に各作用電極に対向させた複数の裏面電極を縦横に配列形成し、前記各作用電極表面を試料ガスや試料溶液に晒したときの

各電極部の電気的特性の変化から、試料に晒される各電極部別に試料成分の吸脱着を検知・定量するためのマルチチャンネルQCMセンサデバイスにおいて、前記各作用電極または各裏面電極のうち、一方の各電極を縦方向又は横方向で互いに接続した電極リード部で1つの端子部に引き出した構造、又は前記各作用電極及び各裏面電極の一方を縦方向で、他方を横方向で互いに接続した電極リード部で1つの端子部に引き出した構造、を特徴とするマルチチャンネルQCMセンサデバイス。

【0037】(第2の発明)水晶基板の表面に複数の作用電極を縦横に配列形成し、水晶基板の裏面に各作用電極に対向させた複数の裏面電極を縦横に配列形成したマルチチャンネルQCMセンサデバイスと、このセンサデバイスの前記各作用電極表面を試料ガスや試料溶液に晒したときの各電極部別の電気的特性の変化を測定するための測定セルとを備え、前記電気的特性から前記各作用電極での試料成分の吸脱着を個別に検知・定量するマルチチャンネルQCM測定システムにおいて、前記マルチチャンネルQCMセンサデバイスは、前記各作用電極または各裏面電極のうち、一方の各電極を縦方向又は横方向で互いに接続した電極リード部で1つの端子部に引き出した構造、又は前記各作用電極及び各裏面電極の一方を縦方向で、他方を横方向で互いに接続した電極リード部で1つの端子部に引き出した構造とし、前記測定セルは、前記各作用電極から引き出された前記各端子部と前記各裏面電極から引き出された前記各端子部とのうち、一方の各端子部を複数の電気的特性測定回路に順次切り替え接続する構成、又は両方の各端子部を1つの電気的特性測定回路に順次切り替え接続する構成とした、ことを特徴とするマルチチャンネルQCM測定システム。

【0038】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態を示すマルチチャンネルQCMセンサデバイスの構造を図1の(a)に平面図で、(b)にB-B'線に沿った側断面図で示す。

【0039】水晶基板41は、四角形で様な厚みをもつATカット水晶で構成され、その表裏面には縦横それぞれ3列配置の合計9個の掘り込み部を設け、この掘り込み部の表面に作用電極42A₁～42A₉が形成され、これらに対向して裏面電極42B₁～42B₉が形成され

る。【0040】各作用電極42A₁～42A₉は、縦方向に配列される電極を互いに接続した電極リード部43₁～43₃でそれぞれの端子部44₁～44₃に引き出される。例えば、電極42A₁、42A₄、42A₇が電極リード部43₁で互いに接続されて1つの端子部44₁に引き出される。

【0041】この電極引き出し構造に対して、水晶基板41の各裏面電極42B₁～42B₉は、横方向に配列される電極を互いに接続した電極リード部45₁～45₃で

それぞれの端子部46₁～46₃に引き出される。例えば、電極42B₁、42B₄、42B₇が電極リード部45₁で互いに接続されて1つの端子部46₁に引き出される。

【0042】以上の構造になるマルチチャンネルQCMセンサデバイスを使用した測定システムは、水晶基板41の電極面を試料に晒し、縦方向に配列される電極から引き出された端子部44₁～44₃と、横方向に配列された電極から引き出された端子部46₁～46₃とを個別の発振回路等の電気的特性測定回路に接続又は順次切換えて1つの電気的特性測定回路に接続する測定セル構成にされる。

【0043】例えば、端子部46₁と端子部44₁～44₃の間に3つの発振回路を接続し、それぞれの発振回路の周波数変化で作用電極になる各作用電極42A₁～42A₃での試料成分の吸脱着でその検知・定量をすることができる。

【0044】また、端子部46₁と端子部44₁～44₃の間で1つの発振回路を切換接続し、この接続切換えに対応させて発振回路での周波数変化で各作用電極42A₁～42A₃での試料成分の吸脱着でその検知・定量をすることができる。

【0045】また、1つの発振回路を設けた測定セルにおいて、この発振回路の電極接続端を一方は端子部44₁～44₃に順次切換接続し、この切換接続の間に他方を端子部46₁～46₃に順次切換接続することにより、作用電極になる各電極42A₁～42A₉での試料成分の吸脱着でその検知・定量をすることができる。

【0046】したがって、本実施形態のマルチチャンネルQCMセンサデバイスは、9チャンネル構成にしながら、電極リード部及び端子部は水晶基板面に6箇所だけパターン形成することで済む。同様に、電極を縦横4列に配列した16チャンネル構成とする場合には、電極リード部及び端子部は水晶基板面に8箇所だけパターン形成することで済み、チャンネル数が多くなるほど電極リード部及び端子部の低減率を高くすることができる。このことにより、小面積の水晶基板に多数の電極を形成するマルチチャンネルQCMセンサデバイスの製造が容易になる。

【0047】また、測定セル及び測定システム構成としては、必要な発振回路やインピーダンス測定回路などの電気的特性測定回路数及び切換接続回路が少なくなり、装置のコストダウンや小型化を図ることができる。

【0048】図2は、測定システムの構成例を示す。マルチチャンネルQCMセンサデバイス51は、図1に示す9チャンネル構造と同等のものであり、水晶基板の表面の作用電極A～Iを縦方向にリード接続した端子52₁～52₃と、裏面電極を横方向にリード接続した端子53₁～53₃が外部接続端子として設けられ、一方の作用電極面が試料に晒される。

【0049】1つの発振回路（またはインピーダンス測定回路）54は、その一対の入力端子の一方が切替スイッチ55によって端子52₁～52₃に切替接続され、他方が切替スイッチ56によって端子53₁～53₃に切替接続される。

【0050】制御部57は、測定に際して、切替スイッチ55、56を図示の初期状態にすることで電極Aにおける試料の吸脱着に応じた発振周波数を測定信号として取り込み、カウンタ等による計数値を測定出力として得る。次に、制御部57は、切替スイッチ55を端子52₂位置に切り替えることで電極Bにおける発振周波数を得、さらに切替スイッチ55を端子52₃位置に切り替えることで電極Cにおける発振周波数を得る。同様に、切替スイッチ56を端子53₂位置に切替え、切替スイッチ55を順次切替えることで電極D～Fにおける発振周波数をそれぞれ得る。最後に、切替スイッチ56を端子53₃位置に切替え、切替スイッチ55の順次切替えで電極G～Iにおける発振周波数をそれぞれ得る。

【0051】したがって、図2の測定システム構成としては、1つの発振回路（またはインピーダンス測定回路）54と2つの切替スイッチ55、56及び制御部57を用意することで済む。

【0052】なお、図2での測定セル構成は、センサデバイス51の表裏面の各端子部を1つの発振回路（電気的特性測定回路）54に順次切り替え接続するものを示すが、3つの電気的特性測定回路を設け、一方の各端子部は個々の測定回路に固定接続し、他方の各端子部を各測定回路に順次切り替え接続する構成にできる。

【0053】なお、以上までの実施形態では、水晶基板の表面と裏面の両面の電極をそれぞれ電極リード部で縦方向または横方向に互いに接続する構造を示すが、水晶基板の一方の面の電極を電極リード部で縦方向または横方向に互いに接続し、他方の面の電極は個別の電極リード部と端子部で引き出す構造とすることができる。この場合、図1の構造に比べて、電極の引き出し数が多くなるが、従来のものに比して電極の引き出し数を削減できる。

【0054】また、実施形態では、水晶基板面に対して電極部を掘り下げたマルチチャンネルQCMセンサデバイスを示すが、少なくとも一方の電極部を水晶基板面と

同じ面にした平坦構造のセンサデバイスに適用できる。特に、試料に晒される面の電極部を平坦にするものでは、測定後の電極部の洗浄が簡単、確実になる。

【0055】また、センサデバイスの各電極形状は、楕円、四角形などのものに適用して同等の作用効果を得ることができる。また、電極は表側と裏側の面積は同じにする必要はない。

【0056】

【発明の効果】以上のとおり、本発明によれば、マルチチャンネルQCMセンサデバイスは、縦横に配列する電極を互いに接続した電極リード部で同じ端子部に引き出す構造としたため、電極リード部及び端子部の必要個数を少なくすることができる。

【0057】また、本発明によれば、マルチチャンネルQCM測定システムは、上記のマルチチャンネルQCMセンサデバイスを使用し、各電極から引き出された端子部を個別の発振回路等に接続又は順次切換えて1つの発振回路等に接続する測定セル構成とするため、センサデバイスと発振回路等の切換接続に、必要とする発振回路等の回路数を減らし、又は切換接続回路を簡略化できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態を示すマルチチャンネルQCMセンサデバイスの構造。

【図2】本発明の実施形態を示すマルチチャンネルQCM測定システムの構成。

【図3】QCMセンサによる周波数シフト特性例。

【図4】センサデバイス収納装置の例。

【図5】従来のQCM測定システムの例。

【図6】従来のマルチチャンネルQCMセンサデバイスの構造。

【符号の説明】

30、41、51…水晶基板

42A₁～42A₉…作用電極

42B₁～42B₉…裏面電極

43₁～43₃、45₁～45₃…電極リード部

44₁～44₃、46₁～46₃、53₁～53₃…端子部

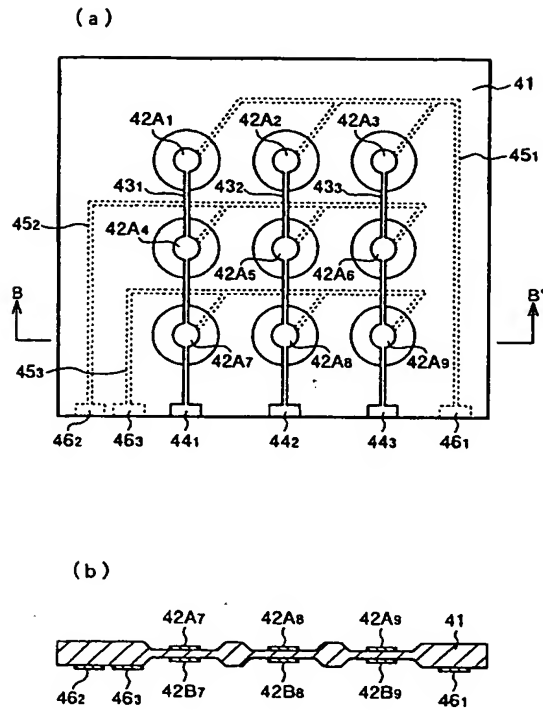
54…発振回路

55、56…切換スイッチ

57…制御部

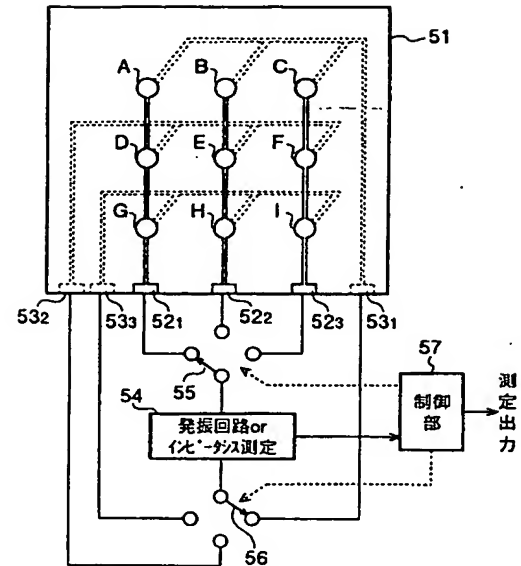
【図1】

マルチチャンネルQCMセンサデバイス
(実施形態)



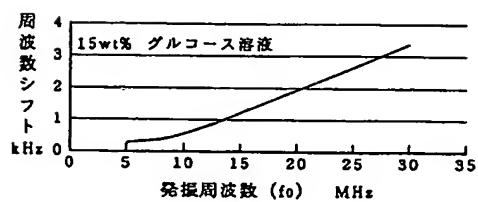
【図2】

測定システムの構成
(実施形態)



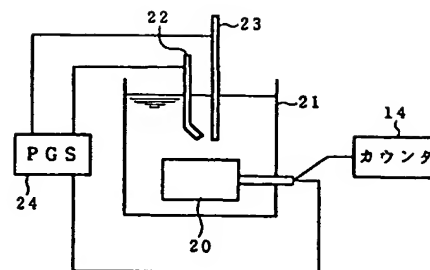
【図3】

周波数シフト特性例



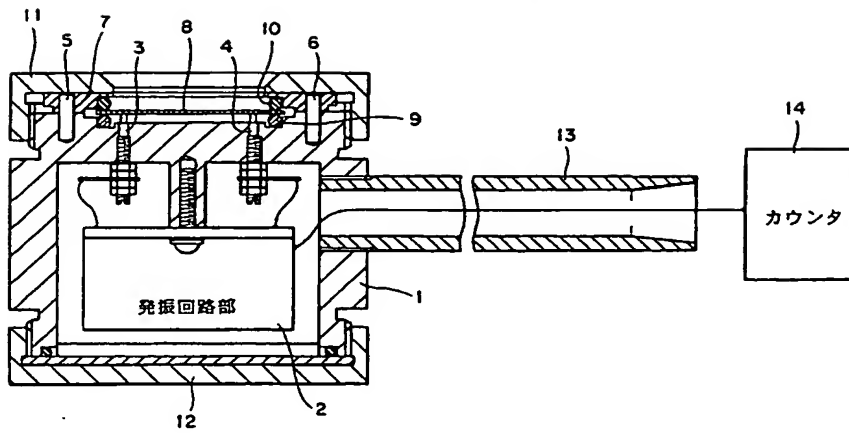
【図5】

測定システム例



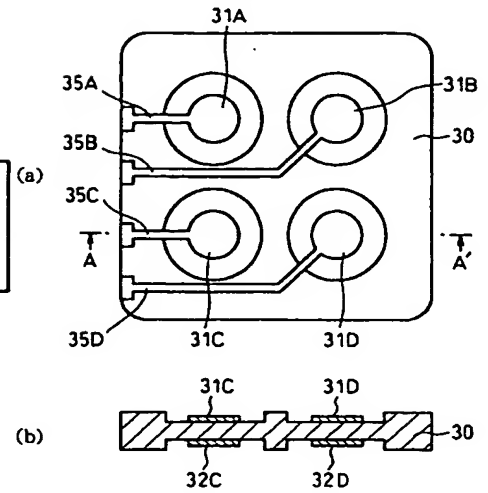
【図4】

センサデバイス収納装置の例



【図6】

マルチチャンネルQCMセンサデバイス



フロントページの続き

(72)発明者 北寄崎 薫
東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会
社明電舎内

(72)発明者 野口 卓孝
東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会
社明電舎内

(72)発明者 羽場 方紀
東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会
社明電舎内